



FUZZY SUGENO- BIOMEKANIKA-NIOSH-NBM: PENILAIAN RISIKO AKTIVITAS PENYARINGAN BUBUR KEDELAI

Johan Alfian Pradana¹, Ilham Fauzul Fahmi², Erwin Putra Setya Indiar³, Sindy Nindia Maretha Haristanti⁴

^{1,4}Magister Teknik Industri, Institut Adhi Tama Surabaya

²Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember

³Profesi Ners, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Kadiri

*Email: zoehuntz34@gmail.com¹, fauzulilham@gmail.com², wiwinindiar³@gmail.com³, sindynindia@yahoo.co.id⁴

ABSTRACT

The purpose of this study was for risk assessment of soybean pulp filtration activities using Fuzzy Sugeno, NBM, Biomechanics, and NIOSH. Design this research with fuzzy integration – ergonomics. Research methods with observation stages and documentation of working postures, filling NBM questionnaires, assessing $F_{compression}$ and F_{shear} , designing fuzzy sugeno to assess job risks. The findings in this study were a 35% risk of fuzzy sugeno approaching pain. NBM pain points $\geq 80\%$ with biomechanics value declared $F_{compression}$ and F_{shear} meet not at risk. An average Lifting Index assessment of 1.8 kg may be at risk for soy porridge filtering activities. Overall, soy porridge filtration activities still have risks. Therefore, it needs to be reviewed further. Improvements in the work environment and work facilities can also support in reducing the risk of muscle injury while working.

Keywords: *biomechanics, soy porridge, fuzzy sugeno, NBM, NIOSH*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk penilaian risiko aktivitas penyaringan bubur kedelai menggunakan Fuzzy Sugeno, NBM, Biomekanika, dan NIOSH. Desain penelitian ini dengan integrasi fuzzy – ergonomics. Metode penelitian dengan tahapan observasi dan dokumentasi postur kerja, pengisian angket NBM, menilai $F_{compression}$ dan F_{shear} , merancang fuzzy sugeno untuk menilai risiko pekerjaan. Temuan dalam penelitian ini yaitu risiko fuzzy sugeno 35% mendekati rasa sakit. NBM titik sakit $\geq 80\%$ dengan nilai biomekanika dinyatakan $F_{compression}$ dan F_{shear} memenuhi tidak beresiko. Penilaian Lifting Index rata – rata 1,8 kg mungkin beresiko terhadap aktivitas penyaringan bubur kedelai. Secara keseluruhan, aktivitas penyaringan bubur kedelai masih memiliki resiko. Oleh sebab itu, perlu ditinjau lebih lanjut. Perbaikan lingkungan kerja dan fasilitas kerja juga dapat menunjang dalam penurunan resiko cedera otot saat bekerja.

Kata Kunci: *biomekanika, bubur kedelai, fuzzy sugeno, NBM, NIOSH*

PENDAHULUAN

Aktivitas produksi tahu memiliki proses yang panjang dan cukup lama. Satu kali produksi setidaknya menghabiskan waktu 3 – 5 jam dengan hasil 1000 buah. Salah satu industri rumahan yaitu di area desa Blabak, kabupaten Kediri. Industri rumahan ini memulai produksi tahu pukul 13.00 WIB sampai dengan pukul 17.00 WIB dengan jumlah 24 rumah yang akan dijadikan lokasi penelitian. Aktivitas manual material handling yang akan diteliti yaitu penyaringan bubur kedelai. Penyaringan bubur kedelai merupakan aktivitas vital. Oleh sebab itu, aktivitas ini memberikan dampak besar terhadap risiko bagi tubuh pekerja. Aktivitas penyaringan bubur kedelai dilakukan dengan mengurangi sifat kekentalan dengan menggoyang – goyangkan saringan tahu pada bak tampung dengan suhu mencapai 150°C secara statis. Akibat sifat statis, menyebabkan kelelahan area tubuh secara signifikan. Kelelahan ini bervariasi, mulai dari pinggang, lengan atas, punggung, lengan bawah hingga genggaman tangan. Aktivitas ini perlu dikaji lebih mendalam untuk mengetahui secara nyata dengan metode. Metode yang digunakan yaitu NBM, Biomekanika, NIOSH dan Fuzzy Logic Sugeno.

NBM sebagai penilaian rasa sakit pada postur tubuh dengan jumlah 27 titik . Biomekanika guna memberikan nilai risiko menggunakan aspek $F_{\text{compression}}$ dan F_{shear} . NIOSH guna memberikan evaluasi terhadap aktivitas penyaringan bubur kedelai (Conforti et al., 2020; Mohanty & Mahapatra, 2014; Muslim et al., 2013; Parida & Ray, 2015a, 2015b). Dari ketiga metode ini, di integrasi menggunakan fuzzy logic Sugeno untuk membuktikan hasil penilaian risiko dalam bentuk komputasi (Dutta, 2019; Mouzé-Amady et al., 2013; Rotshtein & Shtovba, 2009; Syahputra et al., 2017; Zhang & Shin, 2021). Fuzzy logic sugeno untuk menghasilkan keputusan risiko secara tunggal. Berdasarkan metode yang telah diuraikan, akan digunakan untuk menilai risiko aktivitas penyaringan bubur kedelai. Masalah yang timbul dari aktivitas ini adalah belum diketahui secara pasti nilai risiko yang timbul. Oleh sebab itu, dampak yang timbul saat ini yaitu pekerja sering mengeluhkan nyeri di beberapa titik tubuh. Hal ini, juga disebabkan massa beban produksi yang berat dan tubuh dipaksa untuk mengerjakan aktivitas tersebut.

Temuan (Mouzé-Amady et al., 2013), menyatakan bahwa himpunan fuzzy dapat di integrasi dengan bidang ergonomi. Temuan ini memungkinkan beban kerja subjektif. Temuan (Dutta, 2019), mengembangkan fuzzy untuk memperkirakan kompatibilitas ergonomis mobil penumpang bahkan dengan respons manusia yang kabur. Berdasarkan konsep fuzzy, penelitian ini menggunakan pembaruan dengan pengolahan fuzzy logic sugeno. Temuan (Deros et al., 2015), menyatakan bahwa aktivitas manual material handling dominan memiliki risiko. Oleh sebab itu, analisa dengan survey body diperlukan. Survey body dapat mengguankan Nordic Body Maps. Temuan (Conforti et al., 2020), dengan biomekanika akurasi 76,9% terhadap area tubuh. Sehingga, perlu perbaikan karena Lifting Index > 1. Berdasarkan temuan pendahulu, dinyatakan bahwa celah penelitian ini adalah integrasi fuzzy sugeno, biomekanika, NIOSH dan Nordic Body Maps untuk menilai risiko aktivitas penyaringan bubur kedelai.

Berdasarkan uraian masalah, tujuan penelitian ini untuk penilaian risiko aktivitas

penyaringan bubuk kedelai menggunakan Fuzzy Sugeno, NBM, Biomekanika, dan NIOSH. Penelitian ini dengan lingkup jenis manual material handling, jenis fuzzy sugeno dan perhitungan tradisional mengacu pada $F_{\text{compression}}$, F_{shear} dan Lifting Index. Penelitian ini memiliki manfaat secara teoritis untuk pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang komputasi dan ergonomi. Manfaat secara praktis guna memberikan inovasi perbaikan dan intervensi terhadap aktivitas manual material handling.

STUDI KEPUSTAKAAN

Ergonomi

Ergonomi sebagai identifikasi dalam kemampuan dan keterbatasan pekerja. Ergonomi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bidang biomekanika pada manual material handling, yaitu aktivitas penyaringan bubuk kedelai. Metode penilaian risiko yaitu NIOSH menggunakan gaya punggung Recommended Weight Limit (RWL) (Potvin, 2014). Kondisi dalam bekerja untuk mengetahui Lifting Index yaitu massa pekerja dibagi RWL. Selanjutnya menggunakan Nordic Body Maps (NBM) untuk mengetahui titik tubuh yang mengalami kelelahan (Atmojo, 2020; Sofyan & Amir, 2019).

Fuzzy Logic

Logika fuzzy lebih mengarah pada komputasi. Logika fuzzy penelitian ini menggunakan Sugeno. Metode Sugeno memperhitungkan nilai kebenaran dari premis disetiap aturan dalam basis pengetahuan. Fungsi implikasi ini menggunakan kode If x is A then y is B. Tahap akhir yaitu membuat defuzzifikasi dengan perhitungan Weight Average (Rotshtein & Shtovba, 2009; Syahputra et al., 2017; Zhang & Shin, 2021). Metode Sugeno ini menggunakan software Matlab.

METODE PENELITIAN

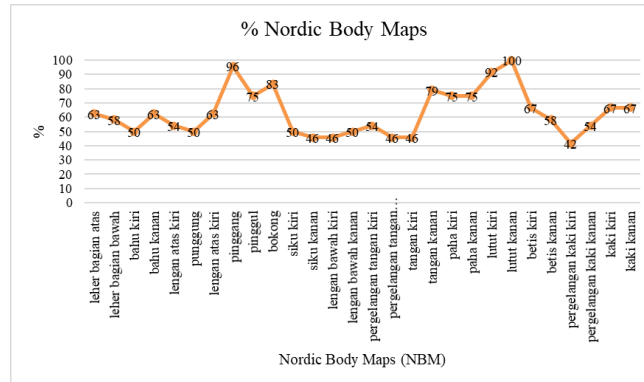
Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif. Desain kuantitatif menggunakan integrasi ergonomi dan fuzzy logic. Kolaborasi kedua aspek ini untuk mengetahui risiko pada pekerjaan penyaringan bubuk kedelai dalam proses produksi tahu putih di industri rumahan desa blabak, kabupaten Kediri. Obyek penelitian mengenai risiko pekerja penyaringan bubuk kedelai dengan inklusi (1) pengrajin tahu, (2) proses penyaringan bubuk kedelai, (3) keluhan musculoskeletal disorders. Penyelesaian kasus ini menggunakan Nordic Body Maps, Biomekanika, NIOSH dan Fuzzy Logic Sugeno. Pengambilan sampel penelitian menggunakan sampel jenuh sejumlah 24 pekerja. Kriteria sampel dengan inklusi yaitu (1) responden sehat, dan (2) jenis kelamin laki - laki dan perempuan. Instrumen penelitian yaitu (1) angket nordic body maps, (2) Microsoft Excel sebagai pengolah data nordic body maps, biomekanika dan NIOSH, (3) Matlab R2017b menggunakan fuzzy- sugeno, (4) Dokumentasi dengan smartphone terhadap postur kerja saat menyaring bubuk kedelai dan (5) Corel- DRAW X8 untuk membuat sudut pada postur kerja. Teknik analisis data menggunakan tahapan berikut:

- a. Aktivitas observasi dan dokumentasi mengenai penyaringan bubuk kedelai.
- b. Penyebaran dan penarikan angket tertutup Nordic Body Maps (Chin et al., 2019; Sofyan & Amir, 2019).
- c. Klasifikasi nilai Nordic Body Maps.
- d. Peninjauan biomekanika dengan aspek $F_{\text{compression}}$ dengan F_{shear} .

- e. Evaluasi aktivitas penyaringan bubuk kedelai menggunakan NIOSH.
- f. Integrasi fuzzy logic sugeno menggunakan biomekanika ($F_{compression}$, F_{shear}), Nordic Body Maps dan Lifting Index (Colombini et al., 2021; Corbeil et al., 2019; Potvin, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekapitulasi nilai NBM, Biomekanika, NIOSH dan Fuzzy Sugeno akan menjadi capaian dalam penelitian ini. Fungsi dari ke empat metode ini untuk mengetahui tingkat risiko aktivitas penyaringan bubuk kedelai.



Gambar 1: Penilaian Nordic Body Maps

Nordic Body Maps terdapat 27 kode bagian tubuh. Terdapat nilai bagian tubuh $\geq 80\%$ yang dinyatakan sebagai keluhan dalam aktivitas penyaringan bubuk kedelai saat produksi tahu. Keluhan ini yaitu pinggang dengan keluhan 96%, bokong dengan keluhan 83%, lutut kiri dengan keluhan 92%, dan lutut kanan dengan keluhan 100% terlihat pada gambar (1).

No	Inisial	Faktor $F_{compression}$ (N)			Faktor F_{shear} (N)		
		$\sin \theta_{tubuh}$	$\sin \theta_{beban}$	$F_{compression}$	$\cos \theta_{tubuh}$	$\cos \theta_{beban}$	F_{shear}
1	SW	105	105	-113,77	105	105	- 155,42
2	IM	110	110	352,92	110	110	- 699,31
3	YS	103	103	846,77	103	103	- 581,20
4	AK	103	103	840,14	103	103	- 620,31
5	LI	100	100	54,11	100	100	497,27
6	AK	108	108	884,31	108	108	223,30
7	SW	102	102	928,73	102	102	60,82
8	PS	88	88	461,05	88	88	594,29
9	AY	102	102	999,36	102	102	62,85
10	DR	106	106	-113,93	106	106	434,32
11	SR	98	98	-17,80	98	98	- 519,97

12	NN	87	87	-80,76	87	87	361,03
13	RN	106	106	-41,85	106	106	454,91
14	JP	93	93	-292,39	93	93	209,40
15	HS	105	105	-277,69	105	105	- 164,25
16	WS	101	101	656,95	101	101	613,40
17	YS	83	83	1117,05	83	83	169,60
18	RN	106	106	-124,00	106	106	489,24
19	E	80	80	-341,65	80	80	-80,58
20	PJ	110	110	316,47	110	110	- 669,34
21	SR	87	87	-185,61	87	87	368,63
22	DB	82	82	631,70	82	82	581,20
23	MC	96	96	1000,10	96	96	- 111,15
24	GP	92	92	-59,44	92	92	- 364,59
Jumlah				7440,8	Jumlah		6286,6
Rata - Rata				310,0	Rata - Rata		261,9

Tabel 1: Penilaian Biomekanika

Penilaian biomekanika dengan rujukan temuan (Iridiastadi & Yassierli, 2015), nilai $F_{\text{compression}} > 3400 \text{ N}$ dan $F_{\text{shear}} > 500 \text{ N}$ dinyatakan aktivitas kerja tidak aman. Terdapat nilai $F_{\text{compression}}$ paling tinggi adalah $1117,05 \text{ N} < 3400 \text{ N}$ dan paling rendah adalah $-341 \text{ N} < 3400 \text{ N}$. Sedangkan nilai F_{shear} paling tinggi $613,4 \text{ N} > 500 \text{ N}$ dan paling rendah adalah $-699,31 \text{ N}$. Penilaian ini berdasarkan rata - rata dari 24 pekerja, dinyatakan $F_{\text{compression}}$ dan F_{shear} memenuhi syarat. Oleh sebab itu pada tabel (1), penilaian biomekanika dinyatakan aktivitas penyaringan bubuk kedelai tidak beresiko jika ditinjau secara rata - rata terhadap seluruh pekerja.

No	Inisial	H	V	A	D	T	Beb an Akt ual	LC (In do)	Faktor RWL						R W L aw al	LI	Ketera ngan
									H M	V M	D M	A M	F M	C M			
1	SW	3 2	9 0	0	2 5	4	24	20	0, 78	14, 96	1, 00	1	0, 18	0, 9	37, 85	1, 58	Mung kin Beresi ko
2	IM	2 9	9 0	0	2 7	4	17	20	0, 86	14, 96	0, 99	1	0, 18	0, 9	41, 21	2, 42	Mung kin Beresi ko

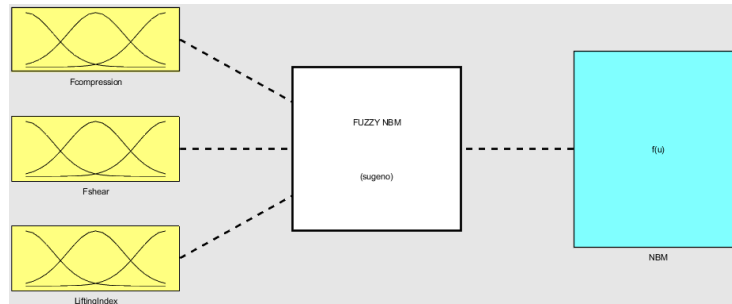
3	YS	1 5	9 0	0 7	2 4	17	20	1, 67	14, 96	0, 99	1	0, 18	0, 9	79, 68	4, 69	Beresi ko
4	AK	3 4	8 0	0 7	2 4	17	20	0, 74	4,9 85	0, 99	1	0, 18	0, 9	11, 72	0, 69	Aman
5	LI	3 4	8 0	0 5	2 4	17	20	0, 74	4,9 85	1, 00	1	0, 18	0, 9	11, 88	0, 70	Aman
6	AK	2 8	8 0	0 5	2 4	17	20	0, 89	4,9 85	1, 00	1	0, 18	0, 9	14, 42	0, 85	Aman
7	SW	2 7	8 0	0 7	2 4	17	20	0, 93	4,9 85	0, 99	1	0, 18	0, 9	14, 76	0, 87	Aman
8	PS	3 3	9 0	0 5	2 4	24	20	0, 76	14, 96	1, 00	1	0, 18	0, 9	36, 71	1, 53	Mung kin Beresi ko
9	AY	3 0	9 0	0 6	2 4	17	20	0, 83	14, 96	0, 99	1	0, 18	0, 9	40, 10	2, 36	Mung kin Beresi ko
1 0	DR	2 7	9 0	0 6	2 4	17	20	0, 93	14, 96	0, 99	1	0, 18	0, 9	44, 55	2, 62	Mung kin Beresi ko
1 1	SR	3 1	9 0	0 7	2 4	17	20	0, 81	14, 96	0, 99	1	0, 18	0, 9	38, 55	2, 27	Mung kin Beresi ko
1 2	N N	3 1	9 0	0 6	2 4	24	20	0, 81	14, 96	0, 99	1	0, 18	0, 9	38, 81	1, 62	Mung kin Beresi ko
1 3	RN	3 1	9 0	0 7	2 4	24	20	0, 81	14, 96	0, 99	1	0, 18	0, 9	38, 55	1, 61	Mung kin Beresi ko
1 4	JP	3 1	9 0	0 5	2 4	17	20	0, 81	14, 96	1, 00	1	0, 18	0, 9	39, 08	2, 30	Mung kin Beresi ko
1 5	HS	3 1	8 0	0 5	2 4	17	20	0, 81	4,9 85	1, 00	1	0, 18	0, 9	13, 03	0, 77	Aman
1 6	WS	3 0	8 0	0 6	2 4	17	20	0, 83	4,9 85	0, 99	1	0, 18	0, 9	13, 37	0, 79	Aman
1 7	YS	3 1	9 0	0 6	2 4	24	20	0, 81	14, 96	0, 99	1	0, 18	0, 9	38, 81	1, 62	Mung kin

																		Beresi ko
18	RN	34	90	27	4	21	20	0,74	14,96	0,99	1	0,18	0,9	35,15	1,67		Mung kin Beresi ko	
19	E	27	90	26	4	17	20	0,93	14,96	0,99	1	0,18	0,9	44,55	2,62		Mung kin Beresi ko	
20	PJ	33	80	26	4	17	20	0,76	4,985	0,99	1	0,18	0,9	12,15	0,71		Aman	
21	SR	28	90	26	4	17	20	0,89	14,96	0,99	1	0,18	0,9	42,96	2,53		Mung kin Beresi ko	
22	DB	32	90	25	4	24	20	0,78	14,96	1,00	1	0,18	0,9	37,85	1,58		Mung kin Beresi ko	
23	MC	27	90	25	4	21	20	0,93	14,96	1,00	1	0,18	0,9	44,87	2,14		Mung kin Beresi ko	
24	GP	29	90	26	4	21	20	0,86	14,96	0,99	1	0,18	0,9	41,48	1,98		Mung kin Beresi ko	
Total														81	42			
Rata-Rata														2,1	,5			
Rata-Rata														33,8	1,8		Mung kin Beresi ko	

Tabel 2: Penilaian NIOSH menggunakan RWL dan LI

Penilaian NIOSH dinyatakan aspek H sebagai kondisi mengangkat tuas saringan dengan tinggi rata - rata 29,8 cm; nilai V sebagai tinggi bak penyaringan bubuk kedelai yaitu 87,1 cm; nilai A sebagai posisi menyaring secara konstan bernilai 0°; nilai D dengan rata - rata 26 cm dan rata- rata nilai T adalah 4 dengan rata - rata beban aktual sebesar 19,3 kg. Nilai LC (konstanta beban) dengan acuan postur kerja di indonesia yaitu 20 kg. Nilai rata - rata RWL (rekomendasi batas beban) dalam manual penyaringan bubuk kedelai dengan rata - rata sebesar 33,8 kg dengan nilai Lifting Index rata - rata 1,8 kg dinyatakan mungkin beresiko terhadap aktivitas penyaringan bubuk kedelai. Tahap penilaian NBM, Biomekanika dan NIOSH telah dilakukan. Selanjutnya

yaitu membuat logaritma menggunakan Fuzzy Sugeno dengan 2 variabel input: $F_{\text{compression}}$ (X_1), F_{shear} (X_2), Lifting Index (X_3) serta 1 variabel output yaitu Nordic Body Maps (Y).



Gambar 2. Fuzzy Logic Designer Sugeno

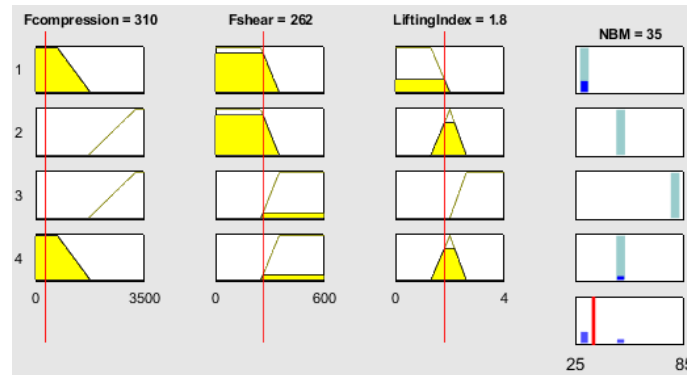
Membership Function Plots	FIS Variabel	Current Variable and Membership Function		
	$F_{\text{compression}}$	Range/	Display	[0 3500]
		Range		
		Type		Trapmf
		Params		[0 0 700 1750] Aman [1700 3200 3500 3500] Tidak Aman
	F_{shear}	Range/	Display	[0 600]
		Range		
		Type		Trapmf
		Params		[0 0 250 350] Aman [250 350 600 600] Tidak Aman
	Lifting Index	Range/	Display	[0 4]
		Range		
		Type		Trapmf dan Trimf
		Params		[0 0 1,3 2] Tidak Resiko [1,3 2 2,6] Mungkin Resiko [2 2,6 4 4] Beresiko
	NBM	Range/	Display	[0 100]
		Range		
		Type		Constant
		Params		[20] Tidak Sakit [50] Agak Sakit [100] Sangat sakit

Tabel 3: Membership Function Editor

Berdasarkan tabel (3), membership function editor untuk membuat rule editor. Rule editor terpilih sebagai berikut:

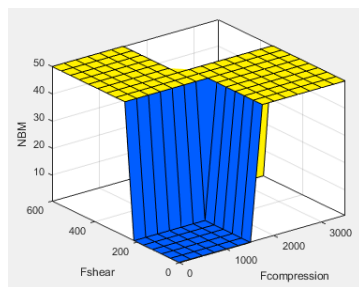
1. Jika $F_{\text{compression}}$ dinyatakan aman, F_{shear} dinyatakan aman dan Lifting Index tidak beresiko akan mendapatkan nilai NBM tidak sakit.

2. Jika $F_{\text{compression}}$ dinyatakan aman, F_{shear} dinyatakan aman dan Lifting Index mungkin beresiko akan mendapatkan nilai NBM agak sakit.
3. Jika $F_{\text{compression}}$ dinyatakan tidak aman, F_{shear} dinyatakan tidak aman dan Lifting Index beresiko akan mendapatkan nilai NBM sangat sakit.
4. Jika $F_{\text{compression}}$ dinyatakan aman, F_{shear} dinyatakan tidak aman dan Lifting Index mungkin beresiko akan mendapatkan nilai NBM agak sakit.
- 5.

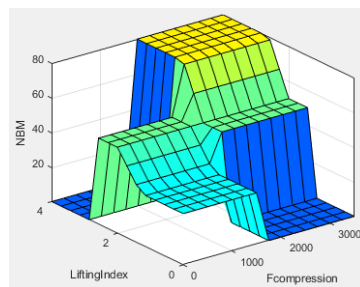


Gambar 3: Rule Viewer

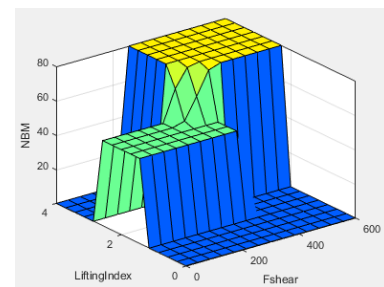
Berdasarkan gambar (3), dinyatakan bahwa $F_{\text{compression}}$ sebesar 310 N, F_{shear} sebesar 261,9 N, Lifting Index sebesar 1,8 mendapatkan NBM sebesar 35% dengan kategori mendekati rasa sakit. Berarti, dapat dibuktikan bahwa aktivitas penyaringan bubuk kedelai masih memiliki resiko cedera otot jika dilakukan secara kontinu.



Gambar 4: Surface Viewer I



Gambar 5: Surface Viewer II



Gambar 6: Surface Viewer III

Berdasarkan gambar (4), dinyatakan bahwa semakin tinggi nilai $F_{\text{compression}}$ dan F_{shear} akan menyebabkan nilai NBM meningkat. Semakin meningkat nilai NBM akan memberikan risiko tinggi terhadap aktivitas penyaringan bubuk kedelai. Berdasarkan gambar (5), menyatakan bahwa semakin tinggi nilai $F_{\text{compression}}$ dan Lifting Index akan menyebabkan nilai NBM meningkat. Berdasarkan gambar (6), menyatakan bahwa semakin tinggi nilai F_{shear} dan Lifting Index akan menyebabkan nilai NBM meningkat. Ketiga surface viewer ini saling menunjukkan peran yang sama. Oleh sebab itu, benar adanya jika $F_{\text{compression}}$, F_{shear} dan Lifting Index semakin tinggi nilai yang dihasilkan pada aktivitas akan menyebabkan nilai NBM meningkat. Peningkatan ini juga diikuti oleh bagian tubuh yang memiliki risiko cedera.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian dan hasil penelitian, dapat dinyatakan bahwa penilaian risiko ditinjau menggunakan fuzzy sugeno memiliki nilai 35% yang masuk kategori mendekati rasa sakit. Penilaian NBM titik sakit yang melebihi $\geq 80\%$ yaitu pinggang dengan keluhan 96%, bokong dengan keluhan 83%, lutut kiri dengan keluhan 92%, dan lutut kanan dengan keluhan 100%. Penilaian biomekanika masuk kategori nilai nilai $F_{\text{compression}}$ paling tinggi adalah 1117,05 N < 3400 N dan paling rendah adalah -341 N < 3400 N. Nilai F_{shear} paling tinggi 613,4 N > 500 N dan paling rendah adalah -699,31 N. Penilaian ini berdasarkan rata - rata dari 24 pekerja, dinyatakan $F_{\text{compression}}$ dan F_{shear} memenuhi syarat. Oleh sebab itu pada tabel (1), penilaian biomekanika dinyatakan aktivitas penyaringan bubuk kedelai tidak beresiko jika ditinjau secara rata - rata terhadap seluruh pekerja. Penilaian Lifting Index rata - rata 1,8 kg dinyatakan mungkin beresiko terhadap aktivitas penyaringan bubuk kedelai. Secara keseluruhan, aktivitas penyaringan bubuk kedelai masih memiliki resiko. Oleh sebab itu, aktivitas ini perlu ditinjau lebih lanjut. Perbaikan lingkungan kerja dan fasilitas kerja juga dapat menunjang dalam penurunan resiko cedera otot saat bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, E. B. T. (2020). Analisis Nordic Body Map Terhadap Proses Pekerjaan Penjemuran Kopi Oleh Petani Kopi. *Jurnal Valtech*, 3(1), 30-33.
- Chin, J., Herlina, Iridiastadi, H., Shu-Chiang, L., & Fadil Persada, S. (2019). Workload Analysis by Using Nordic Body Map, Borg RPE and NIOSH Manual Lifting Equation Analyses: A Case Study in Sheet Metal Industry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1424(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1424/1/012047>
- Colombini, D., Occhipinti, E., Fox, R. R., Alvarez-Casado, E., & Michaloski, A. O. (2021). The Multitask General Exposure Index (MultiGEI): An original model for analysing biomechanical risk factors in multitask jobs featuring weekly, monthly and annual macro-cycles. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 86, 103212. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103212>
- Conforti, I., Ilaria, M., Zaccaria, D. P., & Eduardo, P. (2020). Measuring Biomechanical Risk in Lifting Load Tasks Machine-Learning Approach. *MDPI*, 1-17.
- Corbeil, P., Plamondon, A., Handrigan, G., Vallée-Marcotte, J., Laurendeau, S., ten Have, J., & Manzerolle, N. (2019). Biomechanical analysis of manual material handling movement in healthy weight and obese workers. *Applied Ergonomics*, 74(August), 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.08.018>
- Deros, B. M., Daruis, D. D. I., & Basir, I. M. (2015). A Study on Ergonomic Awareness among Workers Performing Manual Material Handling Activities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 1666-1673. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.238>
- Dutta, A. (2019). MATHEMATICAL MODELING FOR ESTIMATING ERGONOMIC COMPATIBILITY OF PASSENGER CARS USING FUZZY APPROACH (Issues 1-139).
- Iridiastadi, H., & Yassierli. (2015). *Ergonomi Suatu Pengantar* (R. Rosdakarya, Ed.; 1st ed.). Remaja Rosdakarya.

- Mohanty, P. P., & Mahapatra, S. S. (2014). An integrated approach for designing office chair with ergonomic consideration. *International Journal of Services and Operations Management*, 17(2), 194–220. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2014.058843>
- Mouzé-Amady, M., Raufaste, E., Prade, H., & Meyer, J. P. (2013). Fuzzy-TLX: Using fuzzy integrals for evaluating human mental workload with NASA-Task Load index in laboratory and field studies. *Ergonomics*, 56(5), 752–763. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.776702>
- Muslim, E., Iadha Nuraini, A., & Puspasari, M. A. (2013). Analysis of Vertical Multiplier on Revised National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Lifting Equation for Male Workers in Indonesia Industry. *Advanced Engineering Forum*, 10(Li), 236–242. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/aef.10.236>
- Parida, R., & Ray, P. K. (2015a). Biomechanical Modelling of Manual Material Handling Tasks: A Comprehensive Review. *Procedia Manufacturing*, 3, 4598–4605. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.539>
- Parida, R., & Ray, P. K. (2015b). Biomechanical Modelling of Manual Material Handling Tasks: A Comprehensive Review. *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 4598–4605. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.539>
- Potvin, J. R. (2014). Comparing the revised NIOSH lifting equation to the psychophysical, biomechanical and physiological criteria used in its development. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(2), 246–252. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2013.07.003>
- Rotshtein, A. P., & Shtovba, S. D. (2009). Modeling of the human operator reliability with the aid of the Sugeno fuzzy knowledge base. *Automation and Remote Control*, 70(1), 163–169. <https://doi.org/10.1134/S0005117909010123>
- Sofyan, D. K., & Amir. (2019). Determination of Musculoskeletal Disorders (MSDs) complaints level with Nordic Body Map (NBM). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012033>
- Syahputra, D., Tulus, & Sawaluddin, S. (2017). The Accuracy of Fuzzy Sugeno Method with Antropometry on Determination Natural Patient Status. *Journal of Physics: Conference Series*, 930(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/930/1/012022>
- Zhang, B., & Shin, Y. C. (2021). A data-driven approach of Takagi-Sugeno fuzzy control of unknown nonlinear systems. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/app11010062>